

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
26. September 2002 (26.09.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/075833 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01M 8/02**

Franz-Josef [DE/DE]; Eibenweg 1 a, 82216 Gernlin-
den (DE). TACHTLER, Joachim [DE/DE]; Amalienstr.
17, 85737 Ismaning (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP02/02276**

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. März 2002 (02.03.2002)

(74) Anwälte: **SCHMIDT, Günter** usw.; BMW AG,
Patentabteilung, AJ-3, 80788 München (DE).

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).

(30) Angaben zur Priorität:
101 13 002.3 17. März 2001 (17.03.2001) **DE**

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AK-
TIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130,
80809 München (DE).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WETZEL,**

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: **FUEL CELL WITH INTEGRATED HEAT EXCHANGER**

WO 02/075833 A2 (54) Bezeichnung: **BRENNSTOFFZELLE MIT INTEGRIERTEM WÄRMETAUSCHER**

(57) Abstract: The invention relates to a fuel cell, comprising at least one individual cell (12, 14) with an electrolyte/electrode unit and at least one conducting end- or intermediate-plate (20, 24, 36), over which a gaseous reactant for an electrode may be introduced in an inlet region (14, 18). According to the invention, power losses and gas recirculation requirements may be reduced, whereby the end- or intermediate-plate is embodied such that, in terms of the flow, a heat-exchange region (30, 34) is formed before the inlet region (18) in which heat is removed from an anode side of the individual cell.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Brennstoffzelle umfassend zumindest eine Einzelzelle (12, 14) mit einer Elektrolyt-Elektroden-Einheit sowie zumindest einer leitfähigen End- oder Zwischenplatte (20, 24, 36), über die in einem Zufuhrbereich (14, 18) ein gasförmiger Reaktand einer Elektrode zuführbar ist. Zur Verringerung von Leistungsverlusten sowie des Gas-Umwälzbedarfs wird vorgeschlagen, dass die End- oder Zwischenplatte derart ausgebildet ist, dass strömungsmässig vor dem Zufuhrbereich (18) ein Wärmetauscherbereich (30, 34) ausgebildet ist, in dem einer Anodenseite der Einzelzelle Wärme entzogen wird.

5

10

Brennstoffzelle mit integriertem Wärmetauscher

Die Erfindung betrifft eine Brennstoffzelle gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

15

Bei Brennstoffzellen, insbesondere Hochtemperatur-Brennstoffzellen (z.B. SOFC-Brennstoffzellen) ist es bekannt, das kathodenseitige Reaktandengas (z.B. die Reaktionsluft) vorzuwärmen, um sie auf die erforderliche Reaktionstemperatur zu bringen. Dies wird herkömmlicherweise in einem separaten Hochtemperatur-Wärmetauscher durchgeführt. Ein solcher Wärmetauscher ist jedoch voluminös, schwer und teuer. Außerdem erfordert ein solcher Wärmetauscher eine aufwendige Verrohrung sowie eine kostenintensive Regelungs- und Steuerungstechnik.

20

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Brennstoffzelle anzugeben, die auch ohne die oben genannten Nachteile die erforderliche Anwärmung des kathodenseitigen gasförmigen Reaktanden bewirkt.

25

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

30

Demgemäss ist eine End- oder Zwischenplatte, die an oder zwischen den verschiedenen Elektrolyt-Elektroden-Einheiten (Einzelzelle) angeordnet ist, derart ausgebildet, dass strömungsmäßig vor einem Zufuhrbereich, insbesondere einem kathodenseitigen Zufuhrbereich, ein Wärmetauscherbereich ausgebildet ist, in dem einer A-

nodenseite Wärme entzogen und dadurch der gasförmige Reaktand (z.B. Luft) auf die erforderliche Reaktionstemperatur aufgewärmt wird.

Der Kerngedanke der vorliegenden Erfindung umfasst somit den Gedanken, beispielsweise in einer bipolaren Platte einen Wärmetauscher zu integrieren und das zu erwärmende Reaktandengas (z. B. die Luft) an der heißen Anodenseite entlang zu führen. Erst nachdem dieser als Wärmetauscher wirkende Bereich durchströmt ist, wird der gasförmige Reaktand der zugehörigen Elektrode (z.B. Kathode) zur Stromerzeugung zugeführt.

10

Die End- oder Zwischenplatte kann so ausgeführt werden, dass beispielsweise eine Umkehr der Strömungsrichtung des Reaktandengases erreicht wird. So kann das Reaktandengas serpentinartig durch den Wärmetauscher geführt werden, um so eine noch bessere Wärmeübertragung im Wärmetauscher zu ermöglichen.

15

Überdies enthält die End- oder Zwischenplatte (z.B. Bipolar-Platte) vorzugsweise drei Strömungsbereiche und zwar einen Anodenströmungsabschnitt zwischen der End- oder Zwischenplatte und einer benachbarten Anode einer Einzelzelle, einen Rückströmungs-Wärmetauscherabschnitt benachbart des Anodenströmungsabschnittes und einen Kathodenströmungsabschnitt zwischen der End- oder Zwischenplatte und einer Kathode einer anderen Einzelzelle.

20

Gemäss einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die End- oder Zwischenplatte aus zumindest zwei zusammenzufügenden separaten Teilelementen aufgebaut, wobei zwischen den beiden Teilelementen zumindest ein Teil des Wärmetauscherabschnittes gebildet ist und der Wärmetauscherabschnitt strömungsmäßig mit dem später den Kathodenabschnitt bildenden Bereich verbunden ist. Wird zwischen den beiden Teilelementen eine Umlenkplatte angeordnet, so kann ohne weiteres eine serpentinartig durchgeführte Strömung herbeigeführt werden, wobei die Strömungsrichtung der gasförmigen Reaktanden in den beiden Teilabschnitten gegensinnig zueinander ist.

25

30

Um die einzelnen Strömungsbereiche konstruktiv auszubilden, können auf den einzelnen Seiten der End- oder Zwischenplatten sowie zwischen den Teilelementen

Abstandselemente, beispielsweise in Form von Noppen, vorgesehen werden, die dann entweder gegeneinander oder gegen die einzelnen Einzelzellen zur Anlage gelangen. Die Noppen können durch Einprägen oder Aufbringen hergestellt werden und in ihrer Form je nach den Bedürfnissen ausgestaltet sein.

5

Eine einfache Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist nachfolgend und mit Bezug auf die einzige beiliegende Figur näher beschrieben.

Die einzige Figur zeigt einen stark schematisierten Teilausschnitt aus einer Brennstoffzelle mit einer ersten Einzelzelle 12, bestehend aus Kathode 40, Elektrolyt 42 und Anode 44, und einer zweiten Einzelzelle 14, bestehend aus Kathode 46, Elektrolyt 48 und Anode 50. Beide Einzelzellen stellen eine nicht näher beschriebene keramische Elektrolyt-Elektroden-Einheit dar, zwischen denen eine Zwischenplatte, hier eine Bipolar-Platte, angeordnet ist. Die Bipolar-Platte dient einerseits zum Einbringen der verschiedenen gasförmigen Reaktanden an die jeweiligen Elektroden-
15 seiten (Anode 44, Kathode 46) der jeweiligen Einzelzellen 12, 14 sowie zur Herstellung einer elektrischen Leitfähigkeit.

Die Bipolar-Platte ist vorliegend zweiteilig ausgebildet und zwar aus einer ersten Noppenplatte 20 und einer zweiten Noppenplatte 24, die im wesentlichen gegenüber der Symmetrielinie der vorliegenden Zeichnung spiegelbildlich ausgestaltet ist.
20

Jede der Noppenplatte 20 und 24 umfasst eine Platte an deren unteren und oberen Oberflächen jeweils eine Vielzahl von Noppen (Bezugsziffern 22 und 26) ausgebildet sind. Mit diesen Noppen 22, 26 wird einerseits ein Abstand zu den Elektroden (Anode, Kathode) der verschiedenen Einzelzellen 12 und 14 andererseits ein Abstand zwischen den beiden Noppenplatten 20 und 24 selbst hergestellt.
25

Durch die Ausbildung der Noppen, die vorliegend durch Einprägung in die Platten entstanden sind, entstehen verschiedene Strömungsbereiche in den damit ausgebildeten Freiräumen und zwar zum einen anodenseitig ein erster Strömungsbereich 16 zwischen der Noppenplatte 22 und der Anode der Einzelzelle 12, in dem ein gasförmiger Reaktand, beispielsweise H_2 , Erdgas oder Benzin-/Dieselreformat, eingebracht wird. Vorliegend ist dies schematisch durch die vierzackigen Sterne in dem
30

Anodenströmungsraum 16 dargestellt. Dabei erfolgt die Durchströmung mit dem gasförmigen Reaktanden in die Bildebene hinein, also senkrecht zum Bild.

5 Zwischen den beiden Noppenplatten 20 und 24 der Bipolarplatte ist ein Umlenklech 36 angeordnet, das die zwischen den beiden Noppenplatten 20 und 24 gebildeten Strömungsräume einerseits voneinander abtrennt und andererseits einen Umlenkbereich 32 schafft, in dem die Strömungsrichtung des zweiten gasförmigen Reaktanden – hier Luft – umgekehrt wird. Die Luft wird in Pfeilrichtung in die Bipolar-Platte eingeführt und bewegt sich zunächst in dem mittels der Noppen hergestellten Strömungsbereich 30 an der Anode bzw. dem anodenseitigen Strömungsbereich 16 vorbei. Dabei erfolgt eine Wärmeabgabe von der heißen Anodenseite an die zunächst noch auf Raumtemperatur befindliche oder in einer einfachen Anordnung vorgewärmte Luft. Die Luft erwärmt sich somit. Nach dem fast vollständigen Durchströmen über die Länge der Einzelzelle erfolgt am Ende des Umlenkleches 10 36 eine Umkehr des Luftstromes, der sodann – ebenfalls in Pfeilrichtung – unterhalb des Umlenkleches 36 gegensinnig zur oberen Strömungsrichtung die Bipolarplatte nochmals im wesentlichen über ihre Breite durchquert. Dabei wird die Luft wiederum aufgewärmt. Am in der Figur rechten Ende des zweiten Strömungsbereiches 34 erfolgt nochmals eine Umkehr der Strömungsrichtung und zwar hervorgerufen durch einen um 90 Grad umgebogenen Teil des Umlenkleches 36, so dass die Luft in den Kathodenströmungsraum 18 geführt wird. Hier wird die mittlerweile auf Reaktionstemperatur gebrachte Luft dann der Kathode der Einzelzelle 14 zugeführt und zur Stromerzeugung verwendet.

25 Mit der vorliegenden Erfindung ist in die Bipolar-Platte somit ein Wärmetauscher eingebaut, der die Wärmetauscherkammern 30 und 34 umfasst. Diese Kammern werden von der Luft durchströmt, bevor der Reaktand dann in den Kathodenströmungsbereich gelangt. Die mit hoher Temperatur betriebene Brennstoffzelle erwärmt die Luft dabei ausreichend auf Reaktionstemperatur, so dass ein separater vorgeschalteter komplexer Wärmetauscher nicht benötigt wird. Damit kann sowohl 30 die Luftströmung gegenüber heutigen Anordnungen reduziert werden. Überdies kann man die gravimetrischen und volumetrischen Leistungsdichten bei gleichzeitiger Verringerung der Herstellungskosten erhöhen. Nicht zuletzt ist es möglich, keramikunverträgliche Thermospannungen zu vermeiden. Schließlich kann der Wir-

kungsgrad einer solchen Brennstoffzelle durch Verringerung des parasitären Leistungsbedarfes des Reaktionsluftgebläses über die Möglichkeit einer starken Verringerung des Luftumwälzbedarfes gesenkt werden.

Brennstoffzelle mit integriertem Wärmetauscher

5

10

Patentansprüche:

1. Brennstoffzelle umfassend zumindest eine Einzelzelle mit einer Elektrolyt-
15 Elektroden-Einheit (12, 14) sowie zumindest einer leitfähigen End- oder Zwischenplatte (20, 24, 36), über die in zumindest einem Zufuhrbereich (16, 18) ein gasförmiger Reaktand zumindest einer Elektrode der Einzelzelle zuführbar ist,
dadurch gekennzeichnet
20 dass die End- oder Zwischenplatte (20, 24, 36) derart ausgebildet ist, dass strömungsmäßig vor einem Zufuhrbereich (18) ein Wärmetauscherbereich ausgebildet ist (30, 34), in dem einer Anodenseite der Einzelzelle Wärme entzogen wird.
- 25 2. Brennstoffzelle nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die End- oder Zwischenplatte (20, 24, 36) Luftführungskanäle oder Luft-
führungsgebiete (30) aufweist, derart, dass der gasförmige Reaktand unmittel-
30 bar an den Anodenräumen vorbeiströmt, um anschließend in den Kathoden-Zufuhrraum (18) eingebracht zu werden.

3. Brennstoffzelle nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die End- oder Zwischenplatte (20, 24, 36) ausgeführt ist, um im Wärme-
tauscherbereich zumindest eine strömungsumkehr des gasförmigen Reak-
tanden zu erreichen.
- 5
4. Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die End- oder Zwischenplatte (20, 24, 36) zumindest drei Strömungs-
abschnitte enthält, nämlich einen Anodenströmungsabschnitt (16), zumindest
einen Wärmetauscherabschnitt (30, 34) und einen Kathodenströmungsab-
schnitt (18).
- 10
5. Brennstoffzellen nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die End- oder Zwischenplatte (20, 24, 36) aus zumindest zwei Teilele-
menten (20, 24) zusammengesetzt ist, wobei zwischen den zumindest zwei
Teilelementen (20, 24) zumindest ein Abschnitt des Wärmetauschers (30,
34) gebildet ist und dieser Abschnitt (30, 34) strömungsmäßig mit dem Ka-
thodenabschnitt (18) strömungsmäßig verbunden, von dem Anodenabschnitt
(16) jedoch strömungsmäßig getrennt ist.
- 15
- 20
6. Brennstoffzellen nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen den beiden Teilelementen (20, 24) eine Umlenkplatte (36)
derart eingebracht ist, dass im Wärmetauscherbereich zwei Strömungs-
Teilbereiche (30 und 34) gebildet sind, die nacheinander durchströmt werden
und in denen die Strömungsrichtung gegensinnig zueinander ist.
- 25

7. Brennstoffzellen nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die einzelnen Teilelemente (20, 24) der End- oder Zwischenplatten Abstandselemente (22, 26) umfassen, so dass die einzelnen Teilelemente unter
5 Ausbildung von Strömungsbereichen von der Anode und der Kathode der Einzelzelle oder der Einzelzellen und/oder voneinander beabstandet sind.
8. Brennstoffzellen nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass die Abstandselemente (22, 26) in Form von Noppen gewählt sind.
9. Brennstoffzelle nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Noppen durch Einprägen oder Aufbringen hergestellt sind.
15
10. Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 6 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die die Umlenkplatte (36) berührenden stimseitigen Noppenflächen mit
der Umlenkplatte (36) gut elektrische kontaktiert sind.
20

